

## Kesan Saliniti dan Keamatan Cahaya ke atas Pertumbuhan *Chlorella virginica*

### Effect of Salinity and Light Intensity on the Growth of *Chlorella virginica*

ABDULLAH ZAINI ALIAS

Pusat Perikanan dan Sains Samudra

Universiti Pertanian Malaysia

Mengabang Telipot, 21030 Kuala Terengganu,

Malaysia

Kata punca: Saliniti; keamatan cahaya; *Chlorella virginica*

#### ABSTRAK

Satu kajian mengenai kesan saliniti dan keamatan cahaya ke atas tumbesaran *Chlorella virginica* telah dijalankan dalam bilik kawalan sekitaran pada suhu  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Saliniti yang ditetapkan ialah 15ppt, 20ppt, 25ppt dan 30ppt dan keamatan cahaya pula pada 1140 lux, 2260 lux dan 3040 lux. Kesan saliniti dan keamatan cahaya didapati mempunyai keertian berbeza ( $P < 0.01 - 0.05$ ). Saliniti optimum untuk tumbesaran *Chlorella virginica* ialah 15 ppt dan keamatan cahaya optimum pada 3040 lux. Interaksi di antara saliniti dengan keamatan cahaya juga mempunyai keertian berbeza ( $P < 0.01 - 0.05$ ) di mana tumbesaran maksimum (39375 sel/ $\mu\text{l}$ ) diperolehi pada saliniti 15 ppt dan keamatan cahaya 3040 lux.

#### ABSTRACT

A study on the effects of salinity and light intensity on the growth of *Chlorella virginica* was conducted in an environmental control room at a temperature of  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Salinities were set at 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt and 30 ppt while light intensities were at 1140 lux, 2260 lux and 3040 lux. The effect of salinity and light intensity was found to be significantly different ( $P < 0.01 - 0.05$ ). Optimum salinity for the growth of *Chlorella virginica* was at 15 ppt whilst optimum light intensity was at 3040 lux. Interaction between salinity and light intensity was also significantly different ( $P < 0.01 - 0.05$ ) whereby maximum growth (39375 cells/ $\mu\text{l}$ ) was obtained at a salinity of 15 ppt and light intensity of 3040 lux.

#### PENGENALAN

Alga merupakan makanan yang penting untuk menternak invertebrat dan ikan (Helm *et al.*, 1973; Walne, 1974; Trotta, 1981; Laing dan Helm, 1981). Bekalan alga diperlukan segera secara berterusan untuk mendapatkan pertumbuhan atau pengeluaran yang baik (Spectorova *et al.*, 1981; Rodhouse *et al.*, 1983; Juario dan Storch, 1984).

*Chlorella* merupakan alga yang mempunyai dinding sel yang tebal dan tegar (Howell, 1979). Walau bagaimanapun ia penting sebagai makanan kepada rotifer yang mana seterusnya menjadi makanan larva ikan (Jurio dan Storch, 1984; Liao, 1975; Gatesoupe dan Luquet; 1981). Secara tidak langsung *Chlorella sp.* memainkan peranan

penting sebagai sumber makanan di samping alga lain seperti *Tetraselmis sp.* dan *Isochrysis galbana* yang boleh dimakan secara langsung.

Di dalam kultur alga, faktor-faktor sekitaran seperti suhu, pH, saliniti, kepekatan karbon dioksida keamatan cahaya, mineral dan juga nutrien organik mestilah dikawal dengan baik untuk mendapatkan hasil yang tinggi (Trotta, 1981; Laing dan Helm, 1981; Fabregas *et al.*, 1984). Keamatan cahaya merupakan faktor yang penting di mana dalam kultur alga tanpa cahaya tiruan, nilai ketumpatan maksimum amatlah sukar untuk dicapai (Goldman, 1980). Menurut Presscott (1981) cahaya amat penting untuk pengoksidaan dan fotosintesis. Laing (1985) mendapati kultur *Skeletonema sp.* dipengaruhi oleh

cahaya di mana hasil meningkat sebanyak 60% jika cahaya ditambah keamatannya daripada 28,000 lux kepada 40,000 lux.

Air laut mempunyai tahap kemasinan yang tinggi. Oleh itu ianya mempunyai keupayaan osmotik yang tinggi. Proses osmoregulasi alga adalah berbeza mengikut spesies (Greenway dan Setter, 1979). Julat saliniti yang optimum untuk *Isochrysis galbana* dan *Tetraselmis suecica* adalah 15 ppt hingga 25 ppt dan 25 ppt hingga 30 ppt masing-masing (Laing dan Utting, 1980). Laing (1985) pula mendapati *Chaetoceros calcitrans* berkembang dengan baik pada julat saliniti 15 ppt hingga 20 ppt. Memandangkan kepentingan yang terdapat pada *Chlorella virginica*, kajian kesan cahaya dan saliniti ke atas pertumbuhan *Chlorella virginica* telah dijalankan di dalam bilik kawalan sekitaran pada suhu  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### TATACARA DAN PERALATAN

Stok *Chlorella virginica* yang mempunyai kepadatan lebih kurang 18,000 sel/ $\mu\text{l}$  dimasukkan ke dalam kelalang kultur 500 ml (mengandungi 250 ml air pada saliniti 15 ppt, 20 ppt dan 30 ppt; dibajakan dengan medium (Conway). Kelalang ditutup dengan kapas bagi menghalang kemasukan benda asing dari luar. Pengudaraan diberikan pada tiap-tiap kelalang dengan menggunakan pengudara.

Air terlebih dahulu ditapis dengan menggunakan penapis kartus pita berukuran 1 mikron dan disteril dengan menggunakan ultra lembayung dan ozon selama lebih kurang 15 minit. Kultur ini kemudiannya didedahkan pada keamatan cahaya 1140 lux (sebuah lampu kalimatang), 2260 lux (dua buah lampu kalimatang) dan 3040 lux (tiga lampu kalimatang). Keamatan cahaya ini ditentukan dengan menggunakan salinometer optikal. Kajian dijalankan dalam bilik kawalan sekitaran pada suhu  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , menggunakan dua replikat bagi setiap rawatan.

Pertumbuhan sel dikira setiap 24 jam dengan menggunakan himositometer. Jika sekiranya keadaan sel terlalu pekat, pencairan dilakukan untuk memudahkan pengiraan. Pengiraan dijalankan sehingga pertumbuhan mencapai ketumpatan maksimum.

Data-data yang didapati dianalisis dengan menggunakan analisis varian dua hala (Zar, 1974) dengan perbezaan min diuji dengan menggunakan Duncan's New Multiple Range Test (Duncan, 1955).

### KEPUTUSAN DAN PERANCANGAN

#### Saliniti

Daripada Jadual 1, saliniti pada keseluruhannya menunjukkan keertian berbeza ( $P < 0.01-0.05$ ) kecuali pada hari pertama ( $P > 0.05$ ) di mana bilangan sel bagi saliniti 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt dan 30 ppt adalah 2358 sel/ $\mu\text{l}$ , 2175 sel/ $\mu\text{l}$ , 2550 sel/ $\mu\text{l}$  dan 2424 sel/ $\mu\text{l}$  masing-masing. Ini bermakna di peringkat awal kesan saliniti tidak menunjukkan perbezaan yang ketara. Keputusan ini sama dengan yang diperolehi oleh Laing (1985) yang mendapati saliniti mempunyai kesan terhadap pertumbuhan *Tetraselmis suecica*. Selain dari itu, Febregas *et al.* (1984) juga mendapati bahawa saliniti memberikan kesan yang tinggi terhadap pertumbuhan *Tetraselmis suecica* di dalam perbandingan hasil jisim yang dicapai pada fasa yang tetap. Pada saliniti 30 ppt tidak ada keertian berbeza ( $P > 0.05$ ) kecuali pada hari keempat ( $P < 0.05$ ) dengan saliniti 25 ppt (Jadual 1). Pada saliniti 25 ppt terdapat keertian berbeza ( $P < 0.05$ ) jika dibandingkan dengan saliniti 20 ppt pada hari kelima, keenam dan ketujuh. Saliniti 20 ppt pula menunjukkan keertian berbeza ( $P < 0.05$ ) dengan saliniti 15 ppt (Jadual 1) melainkan pada hari ketiga, keempat dan keenam.

Bagi saliniti 15 ppt ianya mencapai kepadatan sel yang tertinggi antara saliniti yang lain (Rajah 1) di mana nilai maksimumnya adalah lebih kurang 25,400 sel/ $\mu\text{l}$  pada hari keempat. Nilai maksimum bagi saliniti 20 ppt terdapat pada hari kelima (lebih kurang 17,400 sel/ $\mu\text{l}$ ), saliniti 25 ppt pada hari keempat (lebih kurang 13,400 sel/ $\mu\text{l}$ ) dan saliniti 30 ppt pula pada hari kelima (lebih kurang 8,800 sel/ $\mu\text{l}$ ). Pada keseluruhannya kepadatan yang paling tinggi ialah pada saliniti 15 ppt di hari keempat.

Menurut Greenway dan Setter (1979), air laut mempunyai keupayaan osmotik yang rendah sedangkan dalam keadaan osmotik yang tinggi, pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah baik. Ini jelas menunjukkan pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah baik pada saliniti yang rendah berbanding dengan saliniti yang tinggi kerana semakin tinggi kadar kemasinan, semakin rendah pula keupayaan osmotik.

#### Keamatan Cahaya

Ketiga-tiga keamatan cahaya yang diberikan (1140 lux, 2260 lux dan 3040 lux) menunjukkan

JADUAL 1

Min bilangan sel/ul setiap hari bagi *Chlorella virginica* yang diukur pada keamatan cahaya 1140 Lux, 2260 Lux dan 3040 Lux pada saliniti 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt dan 30 ppt.

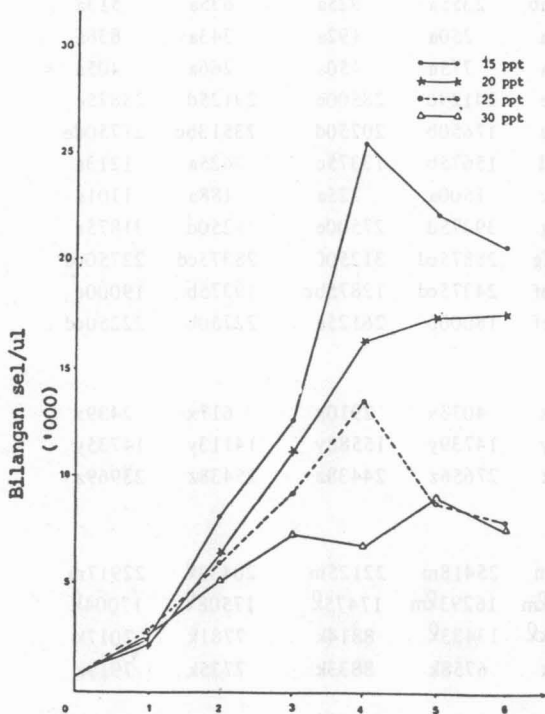
Perkara		Bilangan sel/ $\mu$ l untuk hari						
		1	2	3	4	5	6	7
No.								
Rawatan								
A.	1140 Lux, 15 ppt	1763ab	2725a	4988bc	12750b	10375b	1225a	8000b
B.	1140 Lux, 20 ppt	1387a	3088a	2800ab	2355a	925a	635a	513a
C.	1140 Lux, 25 ppt	1400a	1875a	863a	250a	192a	343a	838a
D.	1140 Lux, 30 ppt	1363a	2325a	538a	775a	150a	266a	405a
E.	2260 Lux, 15 ppt	2513cd	7888cd	14550e	24129c	28500e	29125d	28875e
F.	2260 Lux, 20 ppt	2413cd	7713cd	13213e	17650b	20250d	23513bc	27750de
G.	2260 Lux, 25 ppt	2738cd	7013c	10850d	15675b	13375c	3625a	1213a
H.	2260 Lux, 30 ppt	2188bc	4713b	5950c	1500a	225a	188a	1101a
I.	3040 Lux, 15 ppt	2800d	13388e	18225g	39375d	27500e	31250d	31875e
J.	3040 Lux, 20 ppt	2725cd	8250cd	17250fg	28875cd	31250f	28375cd	22750cd
K.	3040 Lux, 25 ppt	3513e	8663d	15575ef	24375cd	12875bc	19375b	19000c
L.	3040 Lux, 30 ppt	3723e	7988cd	15100ef	18000b	26125e	22750b	22250cd
Min untuk cahaya								
A.	1140 Lux	1478x	2503x	2297x	4033x	2910x	617x	2439x
B.	2260 Lux	2463y	6831y	11141y	14739y	15588y	14113y	14735y
C.	3040 Lux	3190z	9572z	16538z	27656z	24438z	25438z	23969z
Min untuk saliniti								
A.	15 ppt	2358	8000m	12588m	25418m	22125m	20433l	22917m
B.	20 ppt	2175	6350l	11088lm	16293lm	17475l	17508l	17004l
C.	25 ppt	2550	5850l	9096kl	13433l	8814k	7781k	7017k
D.	30 ppt	2424	5008k	7196k	6758k	8833k	7735k	7919k
Nilai untuk F								
		**	**	**	**	**	**	**
A.	Cahaya	104.9	304.9	385.3	186.3	660.6	236.8	134.4
			**	**	**	**	**	**
B.	Saliniti	2.6	28.6	30.9	59.8	185.2	50.4	50.1
		*	**	*	*	**	**	**
C.	Interaksi	4.8	12.6	3.8	4.6	71.1	19.8	16.8

Nilai min yang diikuti oleh huruf abjad menunjukkan tiada keertian berbeza ( $p > 0.05$ ).

\* Terdapat keertian berbeza pada  $p < 0.05$ .

\*\* Terdapat keertian berbeza pada  $p < 0.01$ .

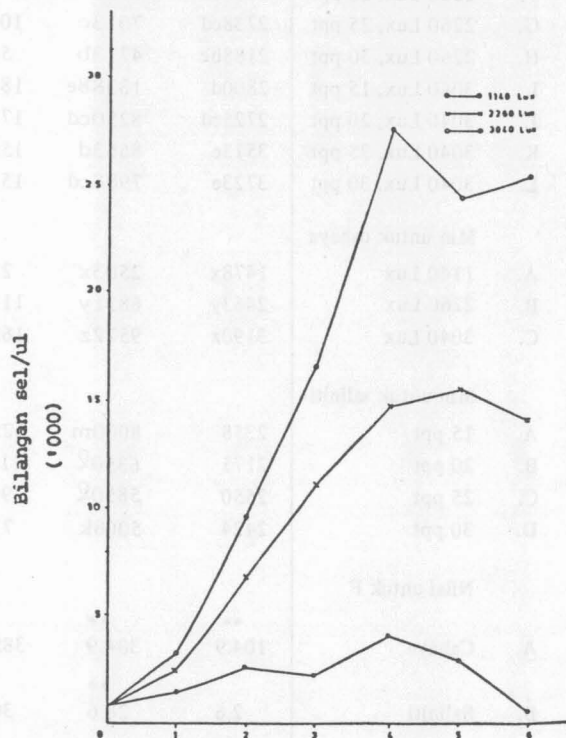
kesan keertian yang berbeza ( $P < 0.01$ ) di sepanjang kajian dijalankan (Jadual 1). Dari segi perbandingan antara ketiga-tiga keamatan cahaya itu terdapat keertian berbeza ( $P < 0.05$ ) di mana keamatan cahaya 3040 lux adalah yang terbaik. Ini mungkin disebabkan oleh terdapatnya perbezaan dalam tahap keseimbangan antara fotosintesis dan pengoksidaan yang berbeza-beza bagi setiap keamatan cahaya.



Rajah 1: Pertambahan bilangan sel bagi *Chlorella virginica* yang dikultur pada saliniti 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt dan 30 ppt.

Bagi keamatan cahaya 2260 lux dan 3040 lux, pertambahan bilangan sel selepas hari pertama adalah tinggi. Nilai tertinggi yang diperolehi bagi kedua-dua keamatan cahaya ini adalah lebih kurang 27,600 sel/ $\mu$ l bagi 3040 lux (hari keempat) dan lebih kurang 15,500 sel/ $\mu$ l bagi keamatan cahaya 2260 lux pada hari kelima (Rajah 2). Walaupun kepadatan sel bagi keamatan cahaya 2260 lux tidak memperoleh tahap tertinggi pada hari keempat, bilangan selnya nyata lebih tinggi daripada keamatan cahaya 1140 lux iaitu lebih kurang 14,700 sel/ $\mu$ l (2260 lux) berbanding dengan 4,000 sel/ $\mu$ l (1140 lux). Daripada keputusan yang didapati ini, semakin tinggi keamatan

cahaya yang diberikan lebih tinggi pula hasil yang diperolehi. Ini adalah bersamaan dengan kenyataan Jereos (1977) yang menyatakan antara julat 200 lux hingga 25,000 lux yang diberikan kepada *Chaetoceros calcitrans* keamatan cahaya 12,000 lux adalah terbaik. Oleh itu, penambahan cahaya daripada 200 lux telah memberikan hasil yang lebih baik. Menurut Laing (1985) dengan menambahkan keamatan cahaya dalam kultur *Skeletonema* sp. dari 4 buah lampu kalimatang (80 watt setiap satu lampu kalimatang) kepada 6 buah lampu kalimatang akan dapat menambahkan lagi hasil.



Rajah 2: Pertambahan bilangan sel bagi *Chlorella virginica* yang dikultur pada keamatan cahaya 1140 lux, 2260 lux dan 3040 lux.

### Interaksi antara Saliniti dan Keamatan Cahaya

Interaksi antara saliniti dan keamatan cahaya mempunyai keertian berbeza ( $P < 0.01-0.05$ ) sepanjang kajian dijalankan (Jadual 1). Daniel *et al.* (1980) mendapati pertumbuhan *Nannochloris oculata* dipengaruhi oleh kesan interaksi antara saliniti dan keamatan cahaya.

*Chlorella virginica* yang dikultur pada keamatan cahaya 1140 lux dan saliniti 20 ppt,



25 ppt dan 30 ppt tidak mempunyai keertian berbeza ( $P > 0.05$ ) sepanjang kajian dijalankan (Jadual 1). Bagi saliniti 15 ppt dan 20 ppt, terdapat keertian berbeza ( $P < 0.05$ ) pada hari keempat, kelima dan ketujuh. Kultur yang dijalankan pada keamatan cahaya 2260 lux dan saliniti 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt dan 30 ppt, pada hari pertama tidak mempunyai keertian berbeza ( $P > 0.05$ ) tetapi pada hari berikutnya terdapat beberapa perubahan (Jadual 1). Pada hari kelima kesan interaksi antara saliniti dan keamatan cahaya menunjukkan keertian berbeza ( $P < 0.05$ ). Bagi keamatan cahaya 3040 lux dan saliniti 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt dan 30 ppt juga terdapat beberapa perbezaan dan menunjukkan keertian berbeza ( $P < 0.05$ ) pada hari kelima (Jadual 1).

Pertumbuhan *Chlorella virginica* adalah yang terbaik pada keamatan cahaya yang tinggi dan saliniti yang rendah. Pertumbuhan maksimum (39375 sel/ $\mu$ l) diperolehi pada saliniti 15 ppt dan keamatan cahaya 3040 lux (Jadual 1). Walau bagaimanapun, untuk memperolehi hasil yang baik, kajian mengenai faktor-faktor lain seperti suhu, pH, kepekatan karbon dioksida, mineral dan nutrien perlu dijalankan. Ini adalah berpandukan kenyataan yang dibuat oleh Trotta (1981), Laing dan Helm (1981) dan Fabregas *et al.* (1984) yang mengatakan faktor-faktor tersebut perlu dikawal dengan baik untuk memperolehi hasil yang tinggi.

## PENGHARGAAN

Pengarang ingin mengucapkan terima kasih kepada semua di Fakulti Perikanan dan Sains Samudera terutama pekerja-pekerja di Pusat Penetasan Ikan Universiti Pertanian Malaysia kerana pertolongan mereka sama ada secara langsung atau tidak dalam menjayakan kajian ini. Terima kasih istimewa diucapkan kepada Puan Siti Shapor Hj. Siraj kerana membaca manuskrip dan Puan Jamilah Abdol kerana menaip manuskrip ini.

## RUJUKAN

- DANIEL, E., J. TERLIZZI, and P.E. KARLANDER, (1980): Growth of coccoid nanoplankton (Eustigmatophyceae) from the Chesapeake Bay as influenced by light, temperature, salinity and nitrogen source in factorial combination. *J. Phycol.* **60**: 364-368.
- DUNCAN, D.B. (1955): Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* **11**: 1-42.

- FABREGAS, J., J. ABALDE, C. HERRERO, B. CABEZAS and M. VEIGA (1984): Growth of the marine microalga *Tetraselmis suecica* in batch cultures with different salinities and nutrient concentrations. *Aquaculture*, **42**: 207-215.
- GATESOUPÉ, F.J. and P. LUQUET (1981): Practical diet for mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis*: application to the larva rearing of sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, **22**: 149-163.
- GOLDMAN, J.C. (1980): Physiological aspects in algal mass cultures. p. 343-359. In: *Algae Biomass*. Shelef G. and C.J. Soeder (Eds). Elsevier, North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, 825 pp.
- GREENWAY, H. and T.L. SETTER (1979): Accumulation of proline and sucrose during the first hours after transfer of *Chorella emersonii* to high NaCl. *Aust. J. Plant Physiol.* **6**: 69-79.
- HELM, M.M., D.L. HOLLAND and R.R. STEPHENSON (1973): The effect of supplementary algal feeding on a hatchery breeding stock of *Ostrea edulis* L. on larval vigour. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* **53**: 673-684.
- HOWELL, B.R. (1979): Experiments on the rearing of larval turbot, *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture*, **18**: 218-225.
- JEREOS, E.C. (1977): Effect of different light intensities on the growth of the diatom *Chaetoceros calcitrans*. Q. Rep. Aquacult. Dept. Southeast Asia Fish. Div. Cent., **1**(3): 17-18.
- JUARIO, J.V. and V. STORCH (1984): Biological evaluation of phytoplankton (*Chlorella* sp., *Tetraselmis* sp. and *Isochrysis galbana*) as food for milkfish (*Chanos chanos*) fry. *Aquaculture*, **44**: 161-166.
- LAING, I. (1985): Factors affecting the large-scale production of four species of commercially important marine algae. *Aquaculture*, **44**: 161-166.
- LAING, I. and S.D. HELM (1980): Factors affecting the Semi-continuous productions of *Tetraselmis suecica* (Klin) Burch. In 200 l. vessels. *Aquaculture*, **22**: 137-148.
- LAING, I. and S.D. UTTING (1980): The influence of salinity on the production of two commercially important unicellular marine algae. *Aquaculture*, **21**: 79-86.
- LIAO, I.C. (1975): Experiments on induced breeding of the grey mullet in Taiwan from 1963 to 1973. *Aquaculture*, **6**: 31-58.
- PRESSCOT, I. (1981): The Algae: A review (J.R. Stein, ed.) Cambridge University Press. 385 pp.
- RODHOUSE, P.G., C. RODEN and M.E. SOMMERVILLE-JACKLIN (1983): Nutritional value of microalgal mass cultures to the oyster *Ostrea edulis* L. *Aquaculture*, **32**: 11-18.
- SPECTOROVA, L.V. O.I. GORONKOVA, L.P. NOSOVA and O.N. ALBITSKAYA (1981): High-density

- (Terima 8 Ogos, 1987)